



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000017413 A**(43) Date of publication of application: **18 . 01 . 00**

(51) Int. Cl. **C22F 1/043**  
**// C22F 1/00**

(21) Application number: **10182831**(71) Applicant: **AISIN SEIKI CO LTD**(22) Date of filing: **29 . 06 . 98**(72) Inventor: **UKAI SHINSUKE****(54) METHOD FOR HEAT TREATING ALUMINUM ALLOY****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To remarkably reduce the heat treating time in an alloy while the stability of its mechanical properties is secured and to attain the cost reduction by subjecting a casting of a cast aluminum alloy to solution heat treatment and artificial aging treatment using a high speed heat treating furnace of a fluidized grain heating mold or the like.

**SOLUTION:** An aluminum alloy is cast, and the obtd. casting is subjected to heat treatment to improve its mechanical properties. This heat treatment is executed by using a high speed heat treating furnace of a

fluidized grain heating mold or the like, and the casting is subjected to solution heat treatment and artificial aging treatment. At this time, as for the solution heat treatment, preferably, the solution heat treating temp. is set to 520 to 550°C, and the solution heat treating time is set to  $\cong$  35 min in the vicinity of 520°C solution heat treating temp. and to  $\cong$  25 min at 530 to 550°C. Moreover, as for the artificial aging treatment, preferably, the artificial aging treating temp. is set to 200 to 230°C, and the artificial aging treatment time is set to  $\cong$  20 min at 200 to 210°C artificial aging treating temp., to 10 to 40 min in the vicinity of 220°C and to 10 to 15 min in the vicinity of 230°C.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-17413

(P2000-17413A)

(43) 公開日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 2 2 F 1/043		C 2 2 F 1/043	
// C 2 2 F 1/00	6 0 2	1/00	6 0 2
	6 1 1		6 1 1
	6 9 1		6 9 1 B
			6 9 1 C
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-182831

(22) 出願日 平成10年6月29日 (1998.6.29)

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72) 発明者 鶴飼 伸介

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

## (54) 【発明の名称】 アルミニウム合金の熱処理方法

## (57) 【要約】

【課題】 アルミニウム合金の熱処理において、機械的性質の安定性を確保しつつ熱処理時間を大幅に短縮できる熱処理方法を提供すること。

【解決手段】 流動粒子加熱型等の高速熱処理炉を用いて、鋳造した鋳物の溶体化処理及び、人工時効処理を行うアルミニウム合金の熱処理方法とした。

溶体化処理		焼入れ処理		人工時効処理	
温度	時間	温度	時間	温度	時間
520℃	35～60分	温水焼入れ	20～60分	200℃	20～60分
530℃以上	25～60分	又は	20～60分	210℃	20～60分
		常温水焼入れ	10～40分	220℃	10～40分
				230℃	10～15分

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流動粒子加熱型等の高速熱処理炉を用いて、鑄造した鑄物の溶体化処理及び、人工時効処理を行うアルミニウム合金の熱処理方法。

【請求項 2】 前記溶体化処理は、溶体化処理温度を 520℃～550℃に設定し、溶体化処理時間は、前記溶体化処理温度が 520℃近傍では 35 分以上、前記溶体化処理温度が 530℃～550℃では 25 分以上に設定し、前記人工時効処理は、人工時効処理温度を 200℃～230℃に設定し、人工時効処理時間は、前記人工時効処理温度が 200℃～210℃では 20 分以上、前記人工時効処理温度が 220℃近傍では 10 分～40 分、前記人工時効処理温度が 230℃近傍では 10 分～15 分に設定することを特徴とする請求項 1 に記載のアルミニウム合金の熱処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、Al—Si—Mg 系（JIS 規格の AC4C 等）のアルミニウム合金の T6 熱処理に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 アルミニウム合金製の鑄造品は、鑄造後に機械的性質（引っ張り強度、0.2%耐力等）を改善するために、熱処理を行うことが望ましい。例えば、Al—Si—Mg 系合金では、共晶点より 57℃低い温度、すなわち 520℃程度で 5～6 時間以上保持した後、急冷する溶体化処理を行い、次いで 200℃以下で 4～10 時間保持する人工時効処理を行う T6 熱処理を行っている。

【0003】 しかし、この方法では、溶体化処理、人工時効処理ともに長時間を必要とするから、生産性が低いとともに、エネルギー消費量が大きいという問題点があった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記問題を解決するために、特開平 7-310150 には、溶体化処理を簡素化する技術が記載されている。すなわち、溶体化処理温度を Al—Si 系合金の共晶点 577℃近傍の 557℃～570℃程度に急速に昇温した後に急冷することで、約 1 時間以内で溶体化処理が可能になるというものである。しかし、実用面を考慮すると、溶体化処理温度は、550℃以下にしておかないと鑄物のバーニング（局部溶解）が起きる可能性がある。また、人工時効処理については、上述の従来技術と変わらないので、T6 処理全体で考えると、5 時間程度必要であり、やはり生産性は低い。

【0005】 また、特開平 9-228010 には、溶体化処理を省くために鑄物を型から取り出した直後（鑄物温度が 400℃～470℃のとき）に直接焼入れをしてから人工時効処理を行う熱処理方法が記載されている。

この方法によれば、最短 2 時間程度で熱処理を行うことができるので、生産性についてはかなり高いといえるが、焼入れ直前の鑄物温度がばらつくと、機械的性質もばらつくという工程管理上の問題がある。

【0006】 本発明は、上記不具合を解決したものであり、アルミニウム合金製の鑄造品の機械的性質を向上させるための熱処理において、機械的性質の安定性を確保しつつ熱処理時間を大幅に短縮し、生産性の向上、エネルギー消費量削減を図り、製品のコストダウンを可能にする熱処理方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明は、流動粒子加熱型等の高速熱処理炉を用いて、鑄造した鑄物の溶体化処理及び、人工時効処理を行うアルミニウム合金の熱処理方法とした。

【0008】 熱処理炉を、従来の雰囲気加熱型のものに比して、鑄物の昇温速度が 5～10 倍である流動粒子加熱型等の高速熱処理炉のものに変更することで、鑄物の昇温にかかる時間を短縮することができるとともに、溶体化処理時間及び人工時効処理時間を大幅に短縮しても、従来の熱処理条件を行った場合と同等の機械的性質を有するアルミニウム合金鑄物を製造することができるものである。

【0009】 より好ましくは、請求項 2 に記載のように、前記溶体化処理は、溶体化処理温度を 520℃～550℃に設定し、溶体化処理時間は、前記溶体化処理温度が 520℃近傍では 35 分以上、前記溶体化処理温度が 530℃～550℃では 25 分以上に設定し、前記人工時効処理は、人工時効処理温度を 200℃～230℃に設定し、人工時効処理時間は、前記人工時効処理温度が 200℃～210℃では 20 分以上、前記人工時効処理温度が 220℃近傍では 10 分～40 分、前記人工時効処理温度が 230℃近傍では 10 分～15 分に設定するとよい。

【0010】 このような熱処理条件にて、流動粒子加熱型等の高速熱処理炉を用いて、溶体化処理及び、人工時効処理を行うことにより、さらに確実に、安定した機械的性質を有するアルミニウム合金鑄物を短時間にて製造することができる。

## 【0011】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

【0012】 JIS 規格 AC4C 合金に近い組成の Al—Si—Mg 系合金を鑄造し、試料を切り出し、各種の温度と時間にて溶体化処理をした後、水焼入れを実施し、その後、各種の温度と時間にて人工時効処理を行った。このように熱処理を行った後、試料の硬度を測定した。

【0013】 図 5 は、今回試験を行った熱処理条件の一

覧である。ここで、溶体化処理時間は、試料を炉内に挿入した直後から、試料を炉から取り出し水焼入れを行うまでの時間とする（すなわち、試料の昇温時間も溶体化処理時間に含まれることになる。）。同様に、人工時効処理時間も、試料を炉内に挿入した直後から、炉から取り出すまでの時間とする（試料の昇温時間を含む。）。尚、本試験に使用した試料の化学組成は、図6に示す通りであった。

【0014】図1は、図5において、試験条件1～4において処理時間を横軸に取った場合の試料の硬度を測定した結果である。図5に示すように、試験条件1～4は、溶体化処理の温度の影響のみを把握するため、人工時効処理は、従来の処理条件（雰囲気加熱型の炉にて170℃×300分）に固定して行った。溶体化処理は、本発明に係る流動粒子加熱型の炉を用いて行い、処理温度の影響を把握するため処理温度を520℃～550℃まで10℃きざみで変化させている。

【0015】図1の結果より、条件1、すなわち溶体化処理温度が520℃のときは25分以上、条件2～条件4、すなわち溶体化処理温度が530℃～550℃のときは15分以上処理を行えば、従来条件（条件13）にて処理した場合と同等以上の硬度が得られることが分かる。ただし、試料内部の昇温時間も考慮すると、さらに10分の余裕をとり、520℃では、35分以上、530℃～550℃では、25分以上処理を行うことが望ましい。

【0016】以上の結果は、Al—Si—Mg系合金の析出硬化相であるMg<sub>2</sub>Siが、温度が高い方が早く固溶するため、溶体化温度を高くすることで短時間で鋳物の溶体化を完了させることができる事を示している。これらの実験結果より、昇温速度の速い流動粒子加熱型の炉を用い、処理温度を520℃以上にすることにより、溶体化処理時間（昇温時間を含む）を、従来の5～6時間から最短で25分にまで短縮可能であることが分かる。

【0017】次に、図2は、図5において、試験条件5～12において処理時間を横軸に取った場合の試料の硬度を測定した結果である。図5に示すように、試験条件5～12は、人工時効処理の温度の影響のみを把握するため、溶体化処理は、図1の結果良好であった一条件（流動粒子加熱型の炉にて540℃×25分）に固定して行った。人工時効処理は、本発明に係る流動粒子加熱型の炉を用いて行い、処理温度の影響を把握するため処理温度を170℃～240℃まで10℃きざみで変化させている。

【0018】図2の結果より、条件8～条件9、すなわち人工時効処理温度が200℃～210℃のときは20～60分、条件10、すなわち人工時効処理温度が220℃のときは10～40分、条件11、すなわち人工時効処理温度が230℃のときは10～15分の間処理を

行えば、従来条件（条件13）にて処理した場合と同等の硬度が得られることが分かる。

【0019】以上の結果によると、低温側にて処理すると硬度の最大値は高くなるが、最大値に到達するまでの時間は長くなり、逆に、高温側にて処理すると硬度の最大値に到達するまでの時間は短くなるが、硬度の最大値が低くなってしまうという傾向がある。この傾向は、一般的に知られている傾向を一致するものである。これらの実験結果より、昇温速度の速い流動粒子加熱型等の炉を用い、処理温度を220℃～230℃にすることにより、人工時効処理時間（昇温時間を含む）を、従来の4～10時間から最短で10分にまで短縮可能であることが分かる。

【0020】図3及び図4は、以上の結果を踏まえて、結果が良好であった一条件（溶体化処理が540℃×25分、人工時効処理が220℃×25分に固定）にて、流動粒子加熱型の炉を用いて熱処理を行った鋳物において、引っ張り強度と0.2%耐力を測定し、従来条件（条件13）にて処理した場合のものととの比較を行った結果（n=5づつ）を示す。

【0021】この結果より、本発明に係る流動粒子加熱型等の炉にて所定条件下にて処理した鋳物は、従来条件にて処理した鋳物に比して、引っ張り強度、0.2%耐力及びこれらのばらつき共に、同等であると判断することができる。尚、試料の化学組成は、図7に示す通りであった。

【0022】以上をまとめると、本発明の高速熱処理条件における最適範囲は、図8に示す通りである。

【0023】まず、溶体化処理の処理条件について説明する。処理温度を520℃以上としたのは、以下の理由による。すなわち、本発明は生産性向上等が目的であり、処理時間をあまり長時間とすると本発明の優位性を喪失してしまうので、本発明においては、溶体化処理時間及び人工時効処理時間共に、60分以内を想定しているところ、溶体化処理は、520℃未満では時効硬化反応（Al—Si—Mg系合金においてはMg<sub>2</sub>Siの析出反応）を起こすために必要な過飽和固溶体が60分以内では得られず、従来条件にて処理したものに比して機械的性質が劣ってしまうからである。また、処理温度を550℃以下としたのは、前述したように、550℃以上では、鋳物のバーニングが発生する可能性があるからである。処理時間については、520℃では35分以上、530℃～550℃では25分以上としたのは、それ未満の処理時間では、十分な過飽和固溶体を得られない場合があり、試料ごと、あるいは試料の部位ごとで機械的性質のばらつきが大きくなってしまうからである。処理時間を60分以内としたのは、上述した生産性の観点からである。

【0024】次に、人工時効処理の処理条件について説明する。人工時効処理中の時効析出過程は、過飽和固溶

体→中間相→安定相となっており、このうち、合金の強度向上に最も寄与する硬化析出相は中間相であり、中間相の析出形態は微細で均一な方が強度は高くなるものである。図8において、人工時効処理温度を200℃～230℃としたのは、200℃未満では、60分以内では時効硬化反応(Mg<sub>2</sub>Siの析出反応)が十分に進行しない、すなわち中間相の析出が十分ではないので、従来条件にて処理した場合と同等の機械的性質が得られないからであり、また、230℃を超えると、中間相が粗大化したり、安定相が析出して(いわゆる過時効状態)強度が低下するためである。また、処理時間について図8に示す範囲に設定したのは、各処理温度において図8に示す最短時間未満では、中間相の析出が不十分になったり、不均一になる場合があるからであり、また、各処理温度において図8に示す最長時間を超えると、高温側(220℃及び230℃)では前述の過時効状態となるからであり、低温側(200℃及び210℃)では前述のように生産性(処理時間60分以下を想定)を考慮したからである。

【0025】このように、本発明によれば、溶体化処理については昇温も含めて最短で25分、人工時効処理は昇温も含めて最短で10分という短時間にて、従来の熱処理条件を行った場合と同等の機械的性質を有するアルミニウム合金鋳物を製造することができる。すなわち、鋳物の熱処理に要する時間が、従来の10時間程度から最短で約40分にまで短縮することができる。また、鋳造後直接焼入れるのではなく溶体化処理を行うので、鋳物の取り出し温度がばらついていても、熱処理後の機械的性\*

\*質は安定したものになるのである。

【0026】以上、本発明を上記実施の態様に即して説明したが、本発明は上記態様に限定されるものではなく、本発明の原理に準ずる各種態様を含むものである。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、アルミニウム合金製の鋳造品の機械的性質を向上させるための熱処理において、機械的性質の安定性を確保しつつ熱処理時間を大幅に短縮し、生産性の向上、エネルギー消費量削減を図り、製品のコストダウンを可能にする熱処理方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における溶体化処理条件と鋳物の硬度との関係を示す図である。

【図2】本発明の一実施形態における人工時効処理条件と鋳物の硬度との関係を示す図である。

【図3】本発明条件と従来条件にて熱処理した場合の鋳物の引っ張り強度を示す図である。

【図4】本発明条件と従来条件にて熱処理した場合の鋳物の0.2%耐力を示す図である。

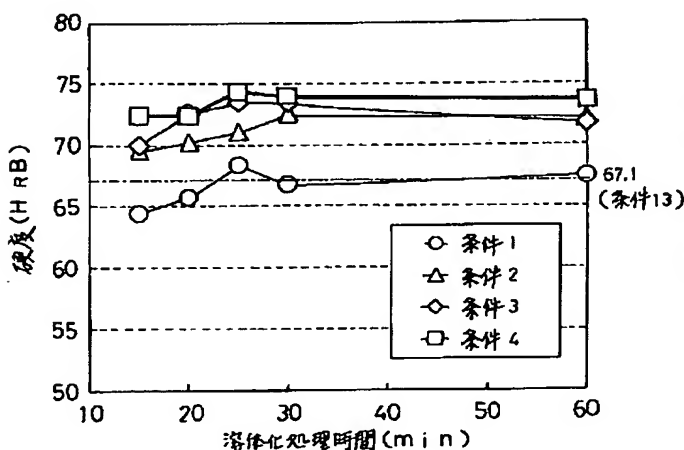
【図5】試験を行った熱処理条件の一覧表である。

【図6】図1及び図2に示す試験を行った際の試料の化学組成を示す表である。

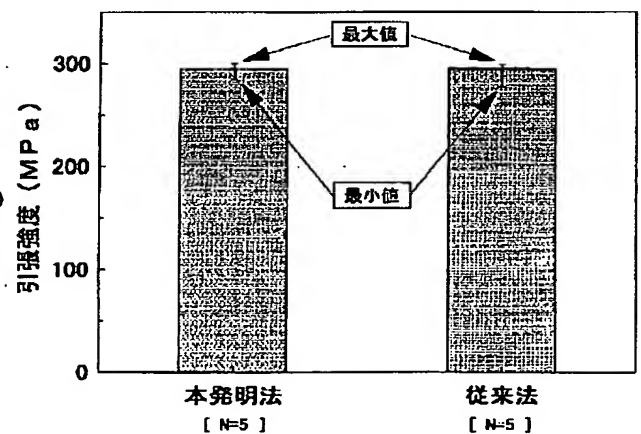
【図7】図3及び図4に示す試験を行った際の試料の化学組成を示す表である。

【図8】本発明の高速熱処理条件における最適範囲を示す表である。

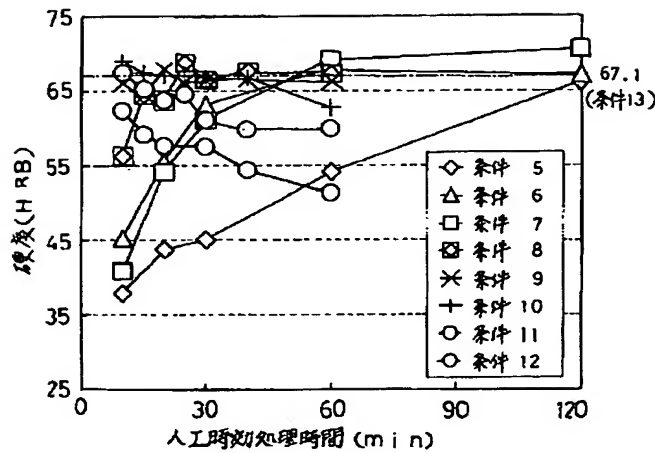
【図1】



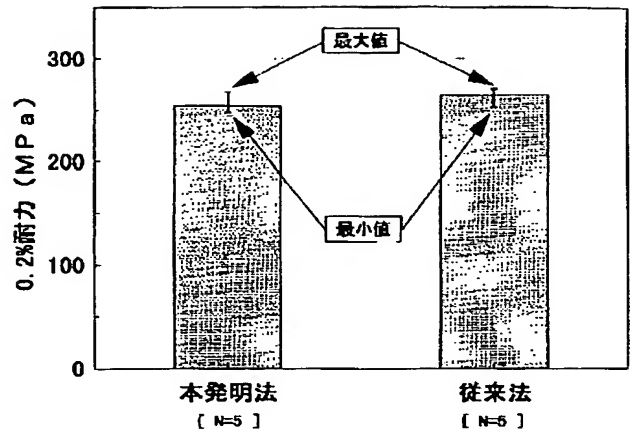
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

条件番号		熱処理条件						
		溶体化処理			焼入れ 処理	人工時効処理		
		温度	時間	処理炉		温度	時間	処理炉
本発明法 及び 比較法	1	520℃	～80分	流動粒子炉	水焼入れ	170℃	300分	雰囲気炉
	2	530℃	～60分	"	"	"	"	"
	3	540℃	～60分	"	"	"	"	"
	4	550℃	～60分	"	"	"	"	"
	5	540℃	25分	"	"	170℃	～120分	流動粒子炉
	6	"	"	"	"	180℃	～120分	"
	7	"	"	"	"	190℃	～120分	"
	8	"	"	"	"	200℃	～60分	"
	9	"	"	"	"	210℃	～60分	"
	10	"	"	"	"	220℃	～60分	"
	11	"	"	"	"	230℃	～60分	"
	12	"	"	"	"	240℃	～60分	"
従来法	13	510℃	300分	雰囲気炉	"	170℃	300分	雰囲気炉
備考	各処理時間は昇温時間を含む							

【図6】

試料A	合金組成 (wt%)											
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Pb	Sn	Cr	Al
	0.15	7.40	0.50	0.04	0.49	0.32	0.00	0.02	0.009	0.006	0.02	残部

【図7】

試料B	合金組成 (wt%)											
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Pb	Sn	Cr	Al
	0.08	6.87	0.46	0.02	0.64	0.23	0.00	0.02	0.000	0.003	0.02	残部

【図8】

溶体化処理		焼入れ処理	人工時効処理	
温度	時間		温度	時間
520℃	35～60分	過水焼入れ 又は 常温水焼入れ	200℃	20～60分
530℃以上	25～60分		210℃	20～60分
			220℃	10～40分
			230℃	10～15分